

Энергоэффективная эксплуатация скважинных насосов ЭЦВ

Авторы: Костюк А.В., к.ф.-м.н., директор программы ОАО «УК «ГМС»,
Твердохлеб И.Б., к.т.н., директор по НИОКР ОАО «УК «ГМС»

Водоснабжение и водоотведение относятся к отраслям промышленности с интенсивным использованием насосного оборудования. Доля электроэнергии, потребляемой насосами, составляет более 50% от общего энергопотребления. В связи с этим вопрос снижения затрат на электроэнергию для водоснабжающих организаций заключается в эффективной эксплуатации насосного оборудования, в т.ч. скважинных насосов. Работа в данном направлении является одной из приоритетных задач специалистов ОАО «Группа ГМС» — крупнейшего производителя насосов в России для различных отраслей промышленности.

Предприятия ОАО «Группа ГМС» (ОАО «ГМС Насосы» (до 26.06.2010 ОАО «Ливгидромаш»), ОАО «Ливнынасос», ОАО «Завод Промбурвод») производят широкую номенклатуру насосов для водного хозяйства, а также имеют возможность обеспечить оперативную разработку индивидуальных решений, способных адаптировать параметры оборудования под индивидуальные требования системы Заказчика, что значительно снижает энергопотребление и увеличивает срок службы насосного оборудования.

Высокопрофессиональная команда конструкторов Группы, обладающая многолетним опытом в области насосостроения, позволяет оперативно предоставить Заказчику необходимые консультации по выявлению и устранению причин неэффективной работы насосов.

Кроме оптимального энергопотребления, насосное оборудование Группы отличается надежностью, подтвержденная многолетним опытом эксплуатации насосов на различных объектах, качественное сервисное обеспечение и доступная цена. Эти факторы влияют на принятие решения при выборе поставщика насосов и делают насосное оборудование ОАО «Группа ГМС» конкурентоспособным по сравнению с аналогичным оборудованием западных производителей.

Выполнение условий согласованной работы насоса в технологической системе

Основным условием эффективной и надежной эксплуатации насосного оборудования является согласованная работа насоса в системе. Это условие выполняется в том случае, если рабочая точка, определяемая пересечением характеристики системы и насоса, находится в пределах рабочего диапазона насоса (рис. 1):

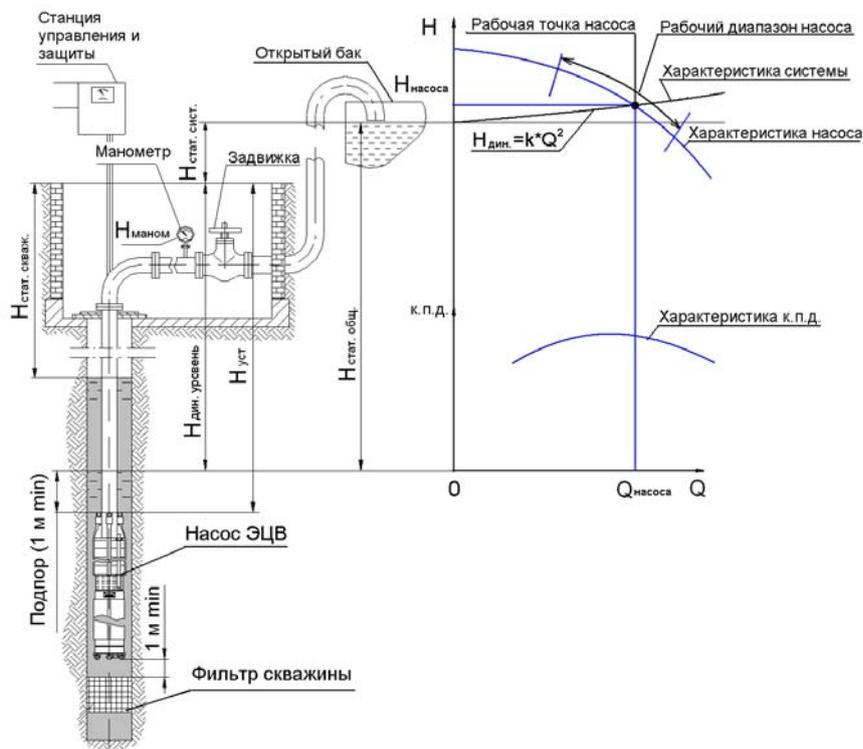


Рис.1 Схема установки насоса ЭЦВ и характеристики насоса и системы.

В общем случае характеристика системы включает две составляющие - статическую и динамическую. Таким образом, $H_{\text{сист}} = H_{\text{стат.общ.}} + H_{\text{дин.}}$. Динамическая составляющая характеристики системы описывается квадратичной зависимостью от расхода - $H_{\text{дин.}} = k \cdot Q^2$, поэтому выражение приобретает следующий вид: $H_{\text{сист}} = (H_{\text{дин.уровень}} + H_{\text{стат.сист.}}) + k \cdot Q^2$ (уравнение 1, рис.1), где s - зависит от потерь по длине трубопровода и потерь на местных сопротивлениях, $H_{\text{дин.уровень}}$ - динамический уровень скважины, $H_{\text{стат.сист.}}$ - статический напор системы относительно устья скважины. Ошибочная оценка требуемых параметров системы является основной причиной неверного подбора насосного оборудования, что объясняется сложностью определения зависимости $H_{\text{дин.}} = f(Q_{\text{скв}})$, потерь в трубах и арматуре, особенно бывших в эксплуатации.

Устранение причин неэффективной эксплуатации насоса

Среди основных причин неэффективной эксплуатации насосного оборудования можно выделить две основные:

1. Переразмеривание насосов, т.е. установка насосов с параметрами подачи и напора большими, чем требуется для обеспечения работы насосной системы.
2. Регулирование режима работы насоса при помощи задвижек.

Применительно к скважинным насосам ЭЦВ потребители довольно часто выбирают насос с запасом по напору, полагая, что это гарантирует работу насоса при любых условиях. В этом случае рабочая точка смещается в правую зону и выходит за пределы рабочего диапазона, что приводит к увеличению потребляемой мощности, падению КПД, перегрузке электродвигателя, а также ряду проблем механического характера, что значительно повышает риск поломки агрегата (рис. 2):



Рис. 2. Характеристики насосов с требуемым и избыточным напором.

Для изменения режима работы насоса потребители нередко прибегают к регулировке режима при помощи задвижки, установленной на напорном трубопроводе. Это, с одной стороны, позволяет получить требуемое значение подачи и напора или обеспечить режим работы насоса в пределах рабочего диапазона, но, с другой стороны, такой способ регулирования приводит к потерям мощности за счет дросселирования.

Потери мощности на задвижке можно оценить из следующего выражения: $N = \rho \cdot g \cdot Q_2 \cdot (H_2 - H_1) / 1000$ [кВт], где H_2, H_1 – разность напоров (давлений) до и после задвижки. Часто потребители ошибочно относят низкую энергетическую эффективность системы «насос-сеть» на счет низкого КПД насоса. Следствием этого является формирование у потребителя мнения о некачественных и неэффективных насосах.

При модернизации объектов водоснабжения или замене насосного оборудования одной из главных целей является снижение энергопотребления.

На действующих объектах можно достаточно просто определить характеристику системы в соответствии с выражением из уравнения 1. Зная значение давления в системе или $H_{сист}$, соответствующее этому значению величину подачи Q , величину статического напора, можно получить значение коэффициента k и построить характеристику. Если параметры водопотребления меняются во времени, то характеристику необходимо построить для минимального, максимального и наиболее продолжительного режима.

Методы снижения энергопотребления насосных агрегатов

Оптимальное энергопотребление оказывает существенное влияние на жизненный цикл насоса. Расчет технико-экономического обоснования конкурентоспособности выполняется по методике стоимости жизненного цикла, разработанного профильными западными институтами.

В таблице №1 рассматриваются основные методы, которые, по данным Гидравлического института США и Европейской ассоциации производителей насосов, приводят к снижению энергопотребления насосов, а также дана величина потенциальной экономии.

Таблица №1. Меры по снижению энергопотребления и их потенциальный размер.

| Методы снижения энергопотребления в насосных системах | Размер снижения энергопотребления |
|---|-----------------------------------|
| Замена регулирования подачи задвижкой на | 10 – 60% |

| | |
|---|----------|
| регулирование частотным преобразователем | |
| Снижение частоты вращения | 5 – 40% |
| Каскадное регулирование при помощи параллельной установки насосов | 10 – 30% |
| Подрезка рабочего колеса, замена рабочего колеса | 10 – 20% |
| Замена электродвигателей на более эффективные | 1 – 3% |
| Замена насосов на более эффективные | 1 – 3% |

Основной потенциал по энергосбережению заключается в замене регулирования подачи насоса задвижкой на частотное или каскадное регулирование, т.е. применении систем способных адаптировать параметры насоса под требования системы. При принятии решения о применении того или иного способа регулирования необходимо учитывать, что каждый из этих способов также следует применять, отталкиваясь от параметров системы, на которую работает насос.

Скважинные насосы, как правило, работают на сеть с большой статической составляющей.

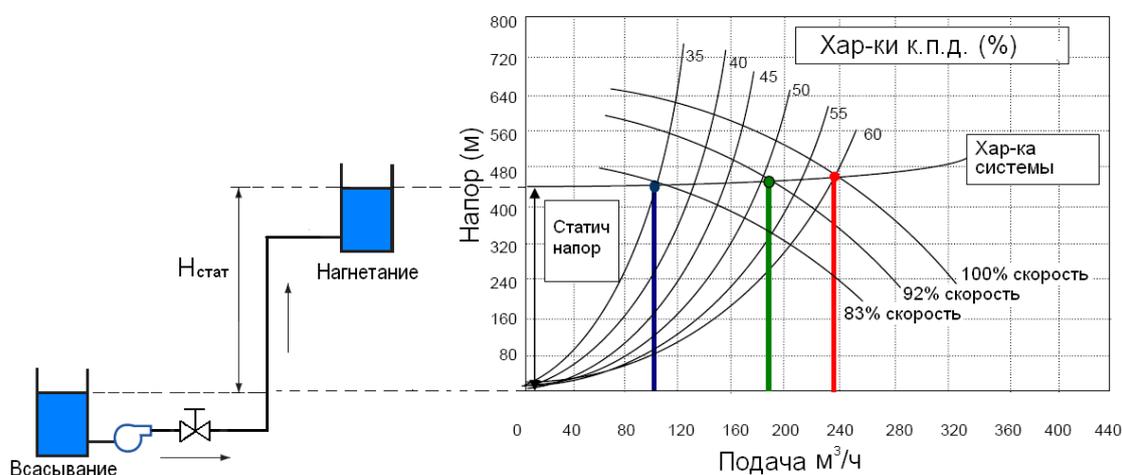


Рис.3. Работа насоса с частотным регулированием на сеть с преимущественной статической составляющей.

Как видно из графика (рис.3), при работе насоса на сеть с преимущественной статической составляющей снижение частоты вращения насоса приводит к снижению КПД насосного агрегата и смещению рабочей точки в левую зону рабочей характеристики.

Если при номинальной частоте вращения КПД насосного агрегата составляет 60%, то снижение до 83% от номинала приводит к снижению КПД до 35%.

Таким образом, при работе центробежного насоса на сеть с преимущественной статической составляющей применение частотного привода нерационально и требует более тщательного анализа и учета других факторов.

Применение частотного привода для скважинных насосов сопряжено с рядом дополнительных факторов, которые необходимо учитывать при принятии решения.

1. При снижении частоты вращения и уменьшении подачи снижается скорость обтекания электродвигателя, что может привести к его перегреву. Поэтому необходимо точно знать, как снизится подача при снижении частоты вращения, если насос будет работать на заданную систему. При необходимости применять кожухи охлаждения и электродвигатели большей мощности.

2. В электродвигателях скважинных насосов применяются подшипники скольжения, работа которых требует гарантированного присутствия между парами трения слоя жидкости. При снижении частоты вращения возникает риск возникновения полусухого и сухого трения, что вызывает износ элементов осевого и радиальных подшипников. Надежная работа подшипников скольжения требует ограничения минимальной частоты вращения.

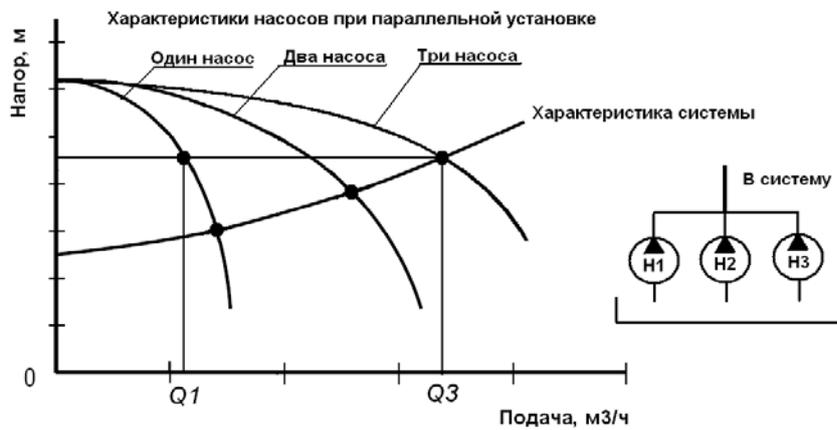


Рис.4. Каскадное регулирование режима работы трех насосов, установленных параллельно при работе на сеть с преимущественно статической составляющей.

В системах с большой статической составляющей применение каскадного регулирования, т.е. с подключением и отключением необходимого количества насосов, напротив, позволяет осуществлять регулирование режима работы насосов с высокой эффективностью (рис.4)

Частотное регулирование является оптимальным решением при работе на систему с динамической составляющей. Как видно из рис.5 значение КПД практически остается постоянным во всем диапазоне регулирования.

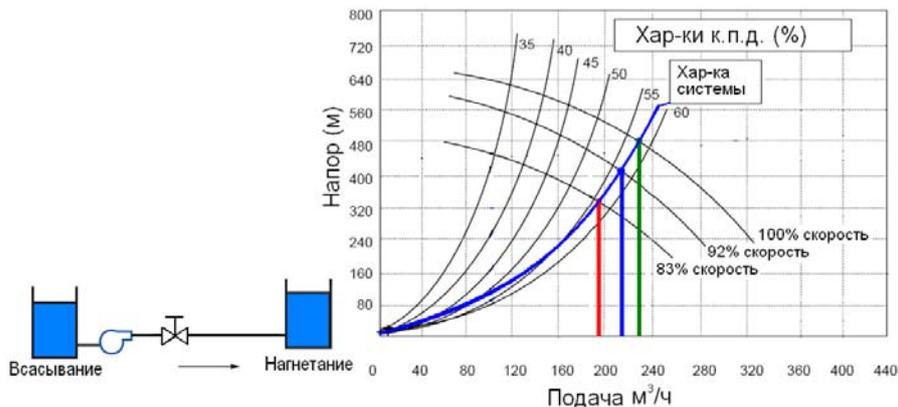


Рис.5. Работа насоса с частотным регулированием на сеть с преимущественными потерями на трение.

Выводы

Приведенные в статье исследования по скважинным насосам ЭЦВ показали, что наиболее рациональным способом регулирования режима работы насоса в системах с большим статическим напором является каскадное регулирование, тогда как применение частотного привода для скважинных насосов ЭЦВ требует тщательного анализа и учета многих факторов.



Россия, 105037, Москва, ул. Зя Прядильная, 6А
тел.: +7 (495) 730 0212, 730 0225, 730 0207
факс: +7 (495) 730 0236
hydro@hms.ru www.hms.ru www.grouphms.ru

ЗАО «ГИДРОМАШСЕРВИС» —
объединенная торговая компания
ОАО «Группа ГМС»

- реализует на рынке России и СНГ продукцию предприятий ОАО «Группа ГМС»;
- осуществляет разработку и производство насосно-силового оборудования для нефтегазовой промышленности, тепловой и атомной энергетики, водного хозяйства и ЖКХ, трубопроводного транспорта, металлургии, горнодобывающей промышленности и т.д.